

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-223992  
 (43) Date of publication of application : 11.08.2000

(51) Int.Cl. H03H 9/19  
 H03H 3/02

(21) Application number : 11-023077  
 (22) Date of filing : 29.01.1999

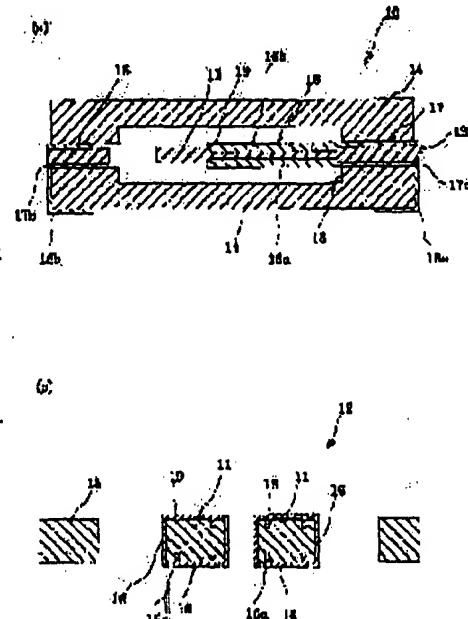
(71) Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC  
 (72) Inventor : ARATAKE KIYOSHI  
 TOMIYAMA MITSUO

## (54) PIEZOELECTRIC VIBRATOR AND MANUFACTURE THEREFOR

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve vibration characteristics of a piezoelectric vibrator and to efficiently vibrate it.

SOLUTION: This piezoelectric vibrator 10 is provided with a piezoelectric vibration piece 11 fixed to a container at one end part and airtightly sealed inside the container and exciting electrode films 16 respectively independently provided on both front and rear surfaces and side face of the piezoelectric vibration piece 11 and provided with a connection part for connecting an external terminal. In this case, near both ends in a width direction of the vibration part of the piezoelectric vibration piece 11, two thin grooves 19 extended in the longitudinal direction of the piezoelectric vibration piece 11 are respectively provided on both front and back surfaces, one of the poles of the exciting electrode film 16 is formed on the inner surface of the thin groove 19 and the other pole of the exciting electrode film 16 is formed on the side face facing the inner surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 03 H 9/19

3/02

H 03 H 9/19

A 5 J 1 0 8

3/02

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

EE

FF

GG

HH

II

JJ

KK

LL

MM

NN

OO

PP

QQ

RR

SS

TT

UU

VV

WW

XX

YY

ZZ

AA

BB

CC

DD

【請求項 1】 一端部が容器に固定されると共に当該容器内に気密封止される圧電振動片と、当該圧電振動片の表裏両面及び側面にそれぞれ独立して設けられると共に外部端子を接続する接続部を有する励振電極膜とを具備する圧電振動子において、

前記圧電振動片の振動部の幅方向両端部近傍には、当該圧電振動片の長手方向に亘って延びる細溝を表裏両面にそれぞれ 2 本有し、前記励振電極膜の何れかの極が前記細溝の内面上に形成され且つ前記内面に對向する側面に前記励振電極膜の他極が形成されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記細溝の深さが、前記圧電振動片の厚さの 25% 以下であることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、前記細溝が前記圧電振動片の全体バーニングのエッティングで同時に形成されたものであることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 4】 一端部が容器に固定されると共に当該容器内に気密封止される圧電振動片と、当該圧電振動片の表裏両面及び側面にそれぞれ独立して設けられると共に外部端子を接続する接続部を有する励振電極膜とを具備する圧電振動子の製造方法において、

前記圧電振動板をマスクパターンを用いてバーニングして前記圧電振動片と該圧電振動片の表裏両面の幅方向両側にそれぞれ前記圧電振動片の長手方向に沿って延びる細溝とを同時に形成する工程と、前記圧電振動片を振動させるための励振電極膜となる金属膜を前記細溝の形状に沿って前記圧電振動片の全周に成膜する工程と、前記金属膜をバーニングして前記圧電振動片の表裏両面及び両側面にそれぞれ独立して前記励振電極膜をバーニングする工程とを有することを特徴とする圧電振動子の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、携帯電話及び情報処理装置に用いる圧電振動子及びその製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 従来の圧電振動子では、一般的に、実際の振動部となる圧電振動片 51 は、図 7 に示すように、音叉型を有しており、その上下面及び両側面にはそれぞれ独立して励振電極膜 52A 及び 52B が形成されている。そして、これら上下面の励振電極膜 52A と両側面の励振電極膜 52B との間に電界を印加することにより、圧電振動片 51 を振動させている。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述のような従来型の圧電振動子では、上下面の励振電極膜 52A と側面の励振電極膜 52B との間の電気力線の方向

が結晶軸に対して平行ではないため、電界効率が悪いという問題点があった。この問題を解決するために、(例えれば) 図 8 に示すように、圧電振動片の上下両面の略中央部に溝部 53 を設け、この溝部 53 の内面上に上下面の励振電極膜 52 を形成した構造のものが知られているが、この構造では、励振電極膜 52 間の距離、すなわち溝部 53 と側面との距離が離れてしまうため、効率が悪いという問題がある。また、振動部分に深い溝を有するので、縦振動子を連結した状態となり、圧電振動子の振動特性を失ってしまうという問題がある。さらに、溝部を別工程でエッティングする必要があり、製造効率が悪いという問題もある。

【0004】 本発明は、このような事情に鑑み、圧電振動子の振動特性を向上し、且つ効率よく振動させることのできる圧電振動子及びその製造方法を提供することを課題とする。

##### 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する本発明の第 1 の態様は、一端部が容器に固定されると共に当該容器内に気密封止される圧電振動片と、当該圧電振動片の表裏両面及び側面にそれぞれ独立して設けられると共に外部端子を接続する接続部を有する励振電極膜とを具備する圧電振動子において、前記圧電振動片の振動部の幅方向両端部近傍には、当該圧電振動片の長手方向に亘って延びる細溝を表裏両面にそれぞれ 2 本有し、前記励振電極膜の何れかの極が前記細溝の内面上に形成され且つ前記内面に對向する側面に前記励振電極膜の他極が形成されていることを特徴とする圧電振動子にある。

【0006】 本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記細溝の深さが、前記圧電振動片の厚さの 25% 以下であることを特徴とする圧電振動子にある。本発明の第 3 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記細溝が前記圧電振動片の全体バーニングのエッティングで同時に形成されたものであることを特徴とする圧電振動子にある。

【0007】 本発明の第 4 の態様は、圧電振動片とその基端部に一体的に接続されて当該圧電振動片の周囲を囲む枠状部とを有する圧電振動板と、該圧電振動板の両面側に接合され前記圧電振動片の振動を妨げることなく該圧電振動片を気密封止する一对の蓋体とを有する圧電振動子の製造方法において、前記圧電振動板をマスクパターンを用いてバーニングして前記圧電振動片と該圧電振動片の表裏両面の幅方向両側にそれぞれ前記圧電振動片の長手方向に沿って延びる細溝とを同時に形成する工程と、前記圧電振動片を振動させるための励振電極膜となる金属膜を前記細溝の形状に沿って前記圧電振動片の全周に成膜する工程と、前記金属膜をバーニングして前記圧電振動片の表裏両面及び両側面にそれぞれ独立して前記励振電極膜をバーニングする工程とを有することを特徴とする圧電振動子の製造方法にある。

【0008】かかる本発明では、電界効率の低下の原因となる電気力線の方向と結晶軸とずれがなくなり、振動効率が向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は、圧電振動子の一例を示す分解斜視図であり、図2は、その断面図である。本実施形態の圧電振動子は、例えば、水晶( $SiO_2$ )からなる音叉型の水晶振動片を有する水晶振動子であり、図1に示すように、水晶振動片11を有する水晶振動板12と、この水晶振動板12の両面に接合されて水晶振動片11を振動可能な状態で気密封止する一対の蓋体14とを具備する。

【0010】また、本実施形態の水晶振動板12は、音叉型の水晶振動片11と、その基端部と一体的に接続され水晶振動片11の周囲を囲む枠状部15とを有する。一対の蓋体14は、例えば、ソーダライムガラス等で形成され、それぞれ、水晶振動片11に対応する領域に水晶振動片11の振動を妨げない程度の空間を画成する凹部13を有する。

【0011】また、図2に示すように、水晶振動板12には、水晶振動片11を振動させるためにその表裏両面及び側面に励振電極膜16が形成されると共に、枠状部12に対応する領域に励振電極膜16と同一材料からなり、蓋体14との実際の接合部となる接合膜17が設けられている。この励振電極膜16は、水晶振動板12の端部まで延設されて接合膜17と接続されている。本実施形態では、励振電極膜16の一方の極である電極16aは、端子接続用接合膜17aを介してリード電極18aに接続され、また、他方の極となる電極16bは、水晶振動片11の側面上に設けられた電極を介して端子接続用接合膜17bまで延設され、リード電極18bに接続される。なお、水晶振動板12の両面の接合膜17の少なくとも一部は、両面においてそれぞれ凹部13を取り囲むように形成されており、接合後は凹部13が気密に封止されるようになっている。

【0012】また、本実施形態では、水晶振動片11の上下面の幅方向両端部近傍に、それぞれ、水晶振動片11の長手方向に直って、例えば、数μmの幅の細溝19が設けられている。また、この細溝19の深さは、水晶振動片の振動特性に悪影響を及ぼさない程度とすることが好ましく、例えば、本実施形態では、水晶振動片11の厚さの2.5%以下としている。

【0013】このような水晶振動片11の上下面及び両側面には、例えば、本実施形態では、クロム(Cr)からなる励振電極膜16が、それぞれ独立して形成されており、上下面の励振電極膜16は、細溝19内にも設けられている。このような水晶振動子10では、外部電極から励振電極膜16に電圧が供給されると圧電振動片11の上下面の励振電極膜16と側面の励振電極膜16と

の間に電界が生じるが、その際、本実施形態では、水晶振動片11の上下面の励振電極16の下部に設けられた細溝19内の励振電極膜16cと側面の励振電極膜16との間に電気力線と平行に電界が生じ、効率よく水晶振動片11を駆動することができる。これにより、水晶振動子10を小型化しても抵抗が小さいため、振動特性を向上することができる。また、励振電極膜16の面積が増大するため、容量が増加し、例えば、立ち上がり時間が短縮される等、振動の安定化を図ることができる。さらには、駆動電圧が小さくなるため、消費電力が抑えられる。

【0014】以下、このような水晶振動子の製造方法について説明する。なお、図3は、本発明の水晶振動子の製造工程を示す断面図であり、図4は、概略図である。まず、図3(a)に示すように、水晶振動板12となる水晶ウェハ上に所定のマスクパターン40を用いてエッチングすることにより、実際の駆動部である水晶振動片11を形成すると共に、水晶振動片11の上下両面にそれぞれ2本の細溝19を形成する。

【0015】ここで、図5に示すように、マスクパターン40の水晶振動片11を形成するための開口部41の幅W1は、例えば、約100~200μm程度であるのに対し、細溝19を形成するための開口部42の幅W2は、例えば、4~5μmと非常に細い。そのため、このマスクパターン40でエッチングを行うと、図6に示すように、開口部41では、エッティングレートの速いZ面43と約38°の傾斜面であるR面44とでエッティングが進んでいくが、エッティングが進むにつれてZ面の割合が大きくなるため、エッティングレートは加速されいく。これに対し、開口部42では、幅が狭いため、エッティングレートの速い約38°の傾斜面であるR面44のみでエッティングが進んでいく。したがって、このエッティングレートの差を考慮して、細溝19の幅を決定することにより、水晶振動片11のバーニングを通常通り行うだけで、所望の深さの細溝19を容易に形成することができる。

【0016】次いで、図3(b)に示すように、水晶振動板12の両側表面及び側面に、それぞれ略全面に亘って金属膜20をスパッタリング等によって成膜する。このとき、水晶振動片11の細溝19内にも確実に金属膜20を形成する。この金属膜20は、水晶振動片11を振動させるための励振電極膜16及び蓋体14との実際の接合部となる接合膜17を構成する膜であり、その材質は特に限定されず、例えば、アルミニウム及びクロム合金等を用いることが好ましく、本実施形態では、クロム合金を用いている。

【0017】次に、図3(c)に示すように、金属膜20をバーニングして、水晶振動片11に対応する領域に励振電極膜16を形成すると共に、その周囲の枠状部15に対応する部分に全周に亘って接合膜17を形成す

る。次いで、図4に示すように、水晶振動板12の両面側に蓋体14を接合する。本実施形態では、不活性ガス中、又は真空中で水晶振動板12の両面側に、接合膜17を介してそれぞれ蓋体14を陽極接合によって接合し、一対の蓋体14の凹部13内に水晶振動片11を気密封止した。

【0018】このとき、各部材をガラスの軟化点よりも低い、例えば、100°C~150°Cに加熱すると共に、水晶振動板12の各面の接合膜17と蓋体14とに、接合膜17側が陽極となるように直流電源30によってそれぞれ3~5kVの直流電圧を印加することが好ましい。例えば、本実施形態では、各部材を約120°Cに加熱すると共に約3.5kVの直流電圧を印加した。

【0019】このように、上述のような条件で接合膜17を介して水晶振動板12と蓋体14とを陽極接合することにより、接合膜17と蓋体14とが良好に接合される。すなわち、水晶振動板12と蓋体14とが、接合膜17を介して良好に接合され、割れ等が発生することがない。ここで、水晶振動板12の材質である水晶の熱膨張率は、13.7ppm/°Cであり、蓋体14として使用したソーダライムガラスの熱膨張率は、8.5ppm/°Cである。すなわち、これらの熱膨張率の差は、5.2ppm/°Cと比較的大きいものであり、これらを従来から知られている条件で陽極接合するのは難しい。しかしながら、本実施形態のように、接合温度を約100~150°Cと低温として且つ約3~5kVと比較的高い直流電圧を印加して陽極接合することにより、熱膨張率の影響を極めて少なく抑えられ、熱膨張率の差が比較的大きい部材同士であっても良好に接合することができる。

【0020】なお、実際には、複数の水晶振動片11等が形成された水晶ウェハと、これらの水晶振動片11に対応して複数の凹部13が形成されて複数の蓋体14となる蓋体形成基板とを接合した後、所定の位置で切断することにより個別の水晶振動子となる。

#### 【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、水晶振動片の上下面の励振電極膜の下部にそれぞれ溝を2本形成するようにした。これにより、上下面の励振電極膜と側面の励振電極膜との間の電気力線の方向を結晶軸に対

じて平行にできるので、電界効率を高めることができるもの。したがって、水晶振動子を小型化しても抵抗が小さいため、振動特性を向上することができる。また、励振電極膜17の面積が増大するため、容量が増加し、例えば、立ち上がり時間が短縮される等、振動の安定化を図ることができる。さらには、駆動電圧が小さくなるため、消費電力が抑えられる。

【0022】また、このような溝の深さは、R面によるエッティングレートの差を利用して、溝の幅により制御することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る水晶振動子の分解斜視図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る水晶振動子の断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る水晶振動子の製造工程を示す断面図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る水晶振動子の製造工程を示す概略図である。

【図5】水晶振動板をエッティングするためのマスクパターンを示す平面図である。

【図6】水晶振動板のエッティング状態を説明する模式図である。

【図7】従来技術に係る水晶振動子の要部を示す平面図及び断面図である。

【図8】従来技術に係る水晶振動子の要部を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

10 10 水晶振動子

11 11 水晶振動片

12 12 水晶振動板

13 13 凹部

14 14 蓋体

15 15 枠状部

16 16 励振電極膜

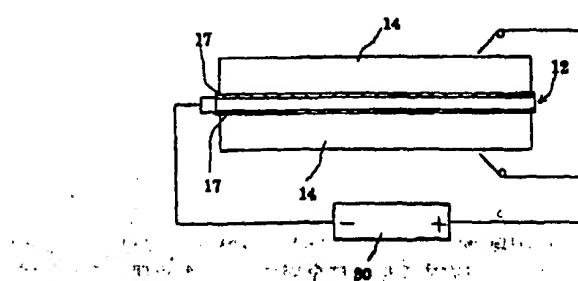
17 17 接合膜

18 18 リード電極

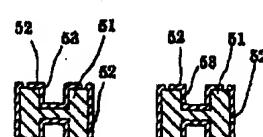
19 19 細溝

20 40 マスクパターン

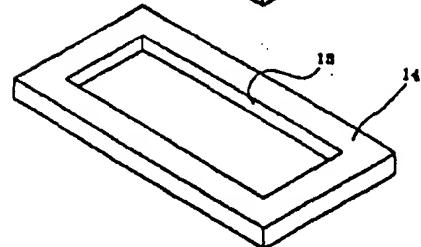
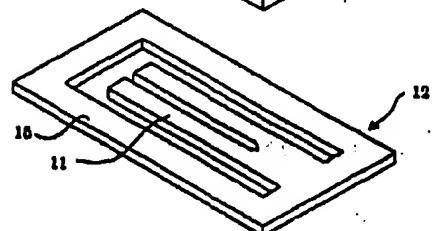
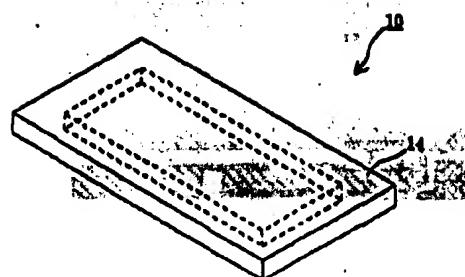
【図4】



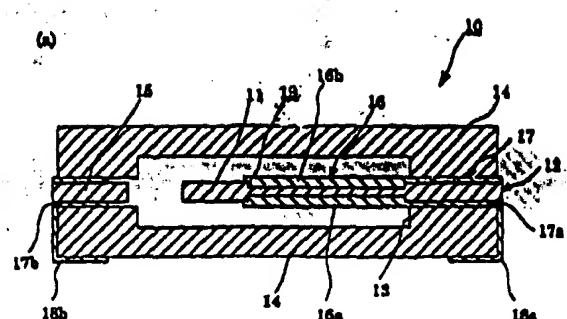
【図8】



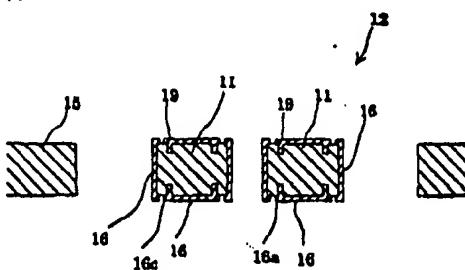
【図1】



【図2】

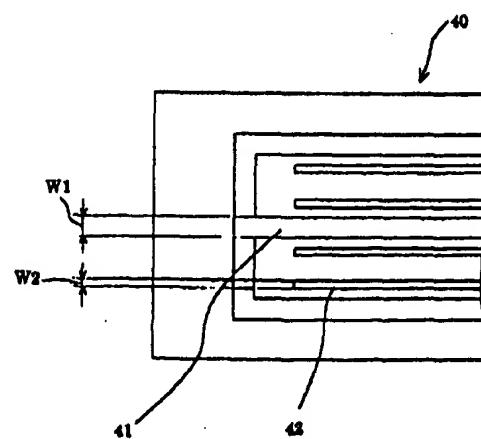
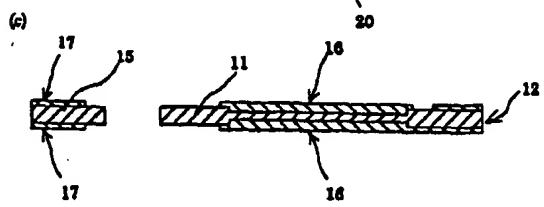
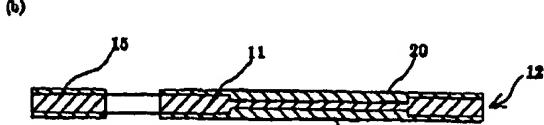
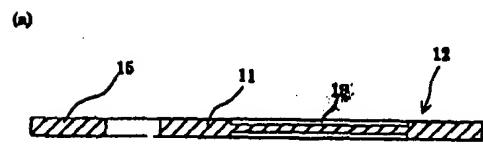


(b)

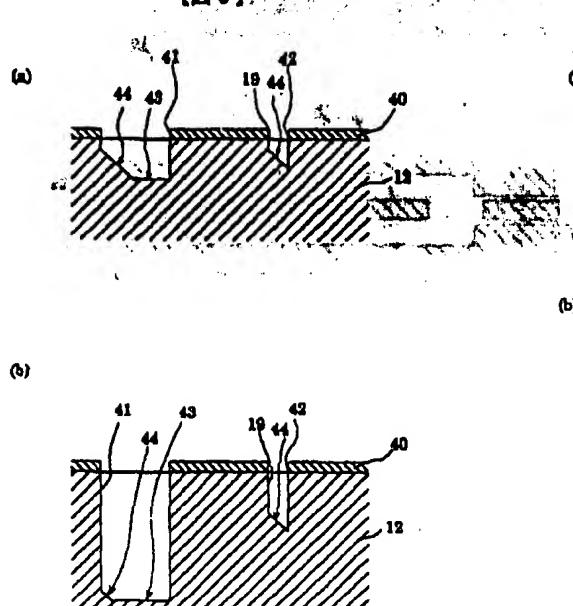


【図5】

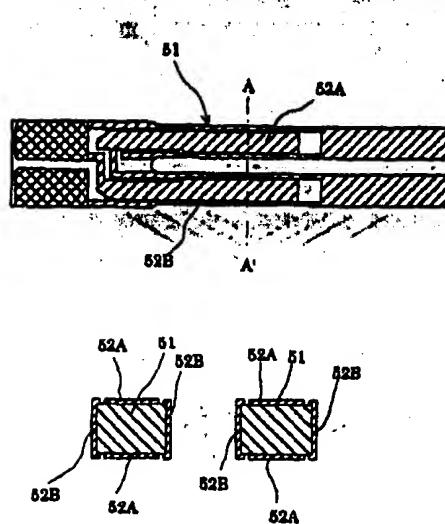
【図3】



【図6】



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年3月1日 (1999. 3. 1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、水晶振動片の上下面の励振電極膜の下部にそれぞれ溝を2本形

成するようにした。これにより、上下面の励振電極膜と側面の励振電極膜との間の電気力線の方向を結晶軸に対して平行にできるので、電界効率を高めることができる。したがって、水晶振動子を小型化しても抵抗が小さいため、振動特性を向上することができる。また、立ち上がり時間が短縮される等、振動の安定化を図ることができる。さらには、駆動電圧が小さくなるため、消費電力が押さえられる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5J108 BB02 CC06 CC09 CC11 EE03  
 EE04 EE07 FF02 GG03 GG13  
 GG17 GG20 GG21 KK01 MM11  
 MM14